

Н.В. АНИЩЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харьков

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВИДА КОРРЕКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ДИНАМИКУ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С КОМБИНИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Розглянуто особливості вибору передаточних функцій корегуючих пристроїв для забезпечення компенсації величини похибки системи регулювання швидкості при наявності збурюючих дій. Виконано моделювання електропривода стабілізації швидкості з непрямым виміром моменту (струму) статичного навантаження.

Рассмотрены особенности выбора передаточных функций корректирующих устройств для обеспечения компенсации величины ошибки системы регулирования скорости при наличии возмущающих воздействий. Выполнено моделирование электропривода стабилизации скорости с косвенным измерением момента (тока) статической нагрузки.

Введение. При построении высокоточных электроприводов (например, электропривод главного движения металлорежущих станков) решается задача минимизации статической и динамической ошибок регулирования. В теории автоматического управления применяют следующие способы уменьшения величины ошибки [1]:

- увеличение коэффициента усиления разомкнутой системы;
- повышение порядка астатизма системы регулирования;
- применение комбинированного управления, как по управляющему, так и по возмущающему воздействию.

Цель работы – анализ динамических характеристик электропривода с комбинированным управлением при косвенном измерении возмущающего воздействия.

Общие положения. Электропривод главного движения металлорежущих станков в основном представляет собой систему подчиненного регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока. При этом регуляторы тока и скорости представляют собой пропорционально-интегральные регуляторы. Контур регулирования скорости настраивается на стандартный симметричный оптимум с заданными показателями качества. Величина установившейся ошибки по возмущающему воздействию равна нулю.

Работа электропривода главного движения характеризуется наличием режимов наброса и сброса нагрузки, когда величина момента статической нагрузки изменяется скачкообразно. График переходного процесса в системе регулирования с электродвигателем типа 2П225 при набросе номинальной нагрузки приведен на рис. 1. Величина динамической ошибки по скорости составляет $3,2 \text{ с}^{-1}$.

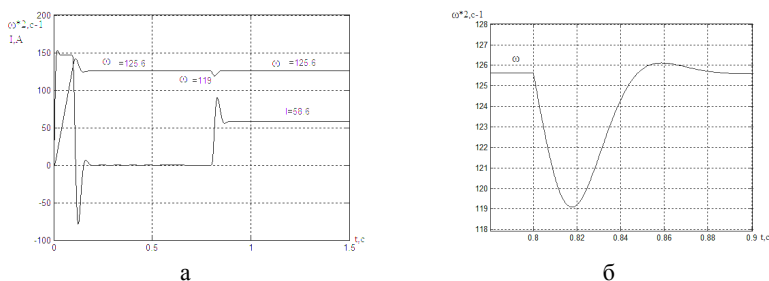


Рис. 1.

В данной работе рассматривается построение систем комбинированного управления для уменьшения величины ошибки с компенсирующими устройствами, имеющими различные передаточные функции.

Суть комбинированного управления. При построении комбинированных систем электропривода с высокими динамическими характеристиками используется принцип инвариантного управления, обеспечивающего требуемые качественные показатели не за счет увеличения частоты среза контура скорости, а путем компенсации вынужденной составляющей переходного процесса, вызванной изменением возмущающих факторов [2].

Синтез инвариантного электропривода заключается в выборе его структуры, определении требуемых связей и параметров его элементов.

Особенностью теории инвариантности является предположение о произвольном характере изменения возмущающих сил. Такой подход не требует априорной информации о законах изменения возмущающих сил и приводит к синтезу управляющих систем, которые обеспечивают высокое качество регулирования при действии произвольных возмущающих сил, если эти системы являются физически реализуемыми.

Теоретически инвариантность системы к возмущающему воздействию может быть достигнута, если действие на систему возмущения будет полностью исключено за счет компенсирующего сигнала, воздействующего на вход какого-то элемента системы. Для построения

электропривода, обладающего свойствами инвариантности необходима информация об основных возмущениях. Для получения такой информации применяются методы косвенной оценки возмущающих воздействий.

Структура системы комбинированного управления. В [2] предложено устройство косвенного измерения возмущения для оценки величины момента (тока) статической нагрузки. Инвариантная связь по моменту (току) может быть введена на вход регулятора скорости (РС) или регулятора тока (РТ) через компенсирующее устройство (КУ). Введение компенсирующей связи на вход регулятора тока обеспечивает большую простоту реализации КУ по сравнению с подачей на вход регулятора скорости (особенно при использовании пропорционально-интегрального регулятора).

Структурная схема исследуемого электропривода при подаче сигнала компенсации на вход регулятора тока приведена на рис. 2.

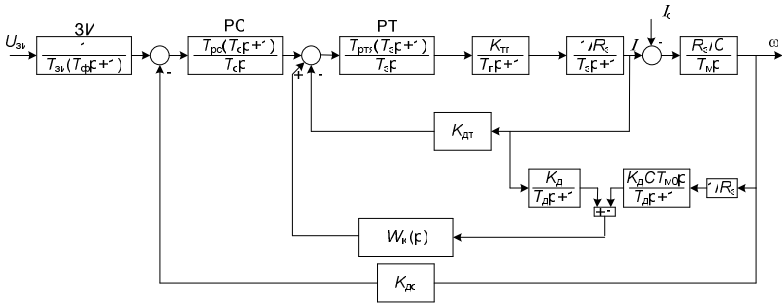


Рис. 2.

Передаточная функция корректирующего устройства определяется выражением

$$W_K(p) = \frac{k_{дт}(a_T T_{\mu}^2 p + a_T T_{\mu} p + 1)}{k_{д}}, \quad (1)$$

где $k_{дт}$ - коэффициент передачи датчика тока системы подчиненного регулирования скорости, $k_{д}$ - коэффициент усиления датчика тока устройства косвенного измерения возмущения, a_T - соотношение постоянных времени контура тока, T_{μ} - некомпенсируемая постоянная времени контура тока.

В связи с невозможностью выполнения операции идеального дифференцирования условие абсолютной инвариантности на основании

выражения (1) в промышленных условиях реализовать нельзя.

Структура упрощенного корректирующего устройства должна выбираться исходя из требуемого качества переходных процессов и достаточной простоты реализации корректирующего устройства. Упрощение корректирующего устройства приводит к частичному выполнению условий инвариантности (до ϵ).

При высоком быстродействии контура тока заданная точность может быть обеспечена без учета в (1) производных от возмущения. При этом передаточная функция корректирующего устройства имеет вид:

$$W_{к1}(p) = \frac{k_{дТ}}{k_{д}}. \quad (2)$$

Если быстродействие контура тока мало, то передаточная функция компенсирующего устройства может быть представлена в виде:

$$W_{к2}(p) = \frac{k_{дТ}(a_T T_{\mu} p + 1)}{k_{д}(T_{д} p + 1)}, \quad (3)$$

или

$$W_{к3}(p) = \frac{k_{дТ}(\tau_1 p + 1)}{k_{д}(\tau_2 p + 1)}, \quad (4)$$

где $T_{д}$ – постоянная времени датчика тока устройства косвенного измерения возмущения, $\tau_1 = 1,1 a_T T_{\mu}$, $\tau_2 = 0,1 \tau_1$.

Моделирование. Система комбинированного управления, приведенная на рис. 1, была исследована с использованием пакета Matlab при выборе корректирующих устройств с передаточными функциями (2) – (4). При моделировании было сделано допущение, что $k_{дТ} = k_{д}$. Графики переходных процессов приведены на рис. 3.

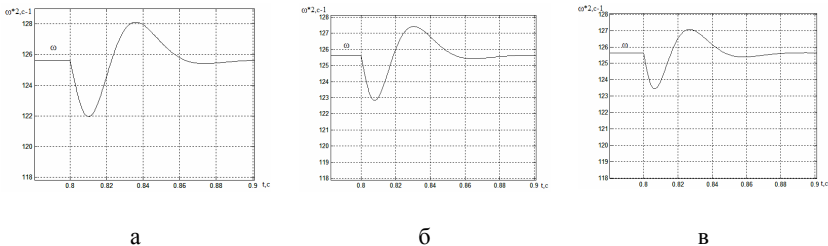


Рис. 3.

Анализ приведенных графиков показывает, что время переходного

процесса для всех исследуемых вариантов составляет около 0,1 с. При этом величина динамической ошибки по скорости составляет от $1,9 \text{ с}^{-1}$ - при использовании корректирующего устройства по (2) до $1,1 \text{ с}^{-1}$ - для корректирующего устройства по (4).

Обсуждение полученных результатов. Применение комбинированного управления позволяет уменьшить величину динамической ошибки по скорости.

Выводы.

1. Вид корректирующего устройства оказывает значительное влияние на динамическую точность электропривода.

2. Величина ошибки будет минимальной при использовании корректирующего устройства в виде интегрально-дифференцирующего звена с передаточной функцией (4).

Список литературы: 1. *Понов Е.П.* Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. М.: Наука, 1989. 2. *Егоров В.Н., Шестаков В.М.* Динамика систем электропривода. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1983.



Анищенко Николай Васильевич, доцент, кандидат технических наук. Защитил диплом инженера в Харьковском политехническом институте по специальности электрификация промышленных предприятий в 1982 г., диссертацию кандидата технических наук по специальности роботы и манипуляторы в 1987 г. Профессор кафедры "Автоматизированные электромеханические системы" Национального технического университета "Харьковский политехнический институт".

Научные интересы связаны с проблемами управления электроприводами металлорежущих станков с ЧПУ, исследования электродвигателей малой мощности для электробытовой техники.

Поступила в редколлегию 04.09.2009